

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of

Noriyuki MATSUSUE

Serial No.: 10/813,632

Filed: March 31, 2004

For: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE



: Customer Number: 20277

: Confirmation Number: 3834

: Group Art Unit: 1774

: Examiner: Not yet assigned

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS**

Mail Stop Missing Parts  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following applications:

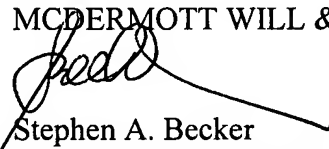
**Japanese Patent Application No. 2003-097304, filed March 31, 2003 and**

**Japanese Patent Application No. 2004-090610, filed March 25, 2004.**

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY LLP

  
Stephen A. Becker  
Registration No. 26,527

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
202.756.8000 SAB:etp  
Facsimile: 202.756.8087  
**Date: August 13, 2004**

101813.632

MATSUSUE

日本国特許庁 3-31-04  
JAPAN PATENT OFFICE

*McDermott Mill & Emery LLP*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2004年 3月25日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-090610  
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP 2004-090610]

出願人 三洋電機株式会社  
Applicant(s):

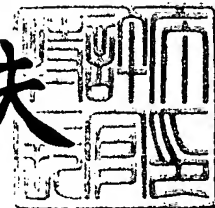
CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2004年 5月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office.

今井康夫



出証番号 出証特2004-3044742

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NPA1040088  
【提出日】 平成16年 3月25日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H05B 33/00  
G09G 3/30  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内  
【氏名】 松末 哲征  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001889  
【氏名又は名称】 三洋電機株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100098305  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 福島 祥人  
【電話番号】 06-6330-5625  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2003- 97304  
【出願日】 平成15年 3月31日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 032920  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0006012

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

前記発光層は、

三重項励起エネルギーを発光に変換しうる発光ドーパントと、

三重項励起エネルギーを発光に変換しうる材料からなりかつ前記発光ドーパントへの励起エネルギーの移動を補助する補助ドーパントとを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 2】

ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

前記発光層は、

三重項励起エネルギーを発光に変換しうる発光ドーパントと、

三重項励起エネルギーを発光に変換しうる材料からなりかつ前記発光ドーパントへのキャリア輸送を補助する補助ドーパントとを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 3】

前記補助ドーパントは、オルトメタル化錯体を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

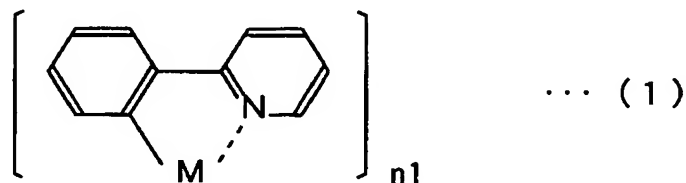
## 【請求項 4】

前記オルトメタル化錯体は白金族元素を含むことを特徴とする請求項 3 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

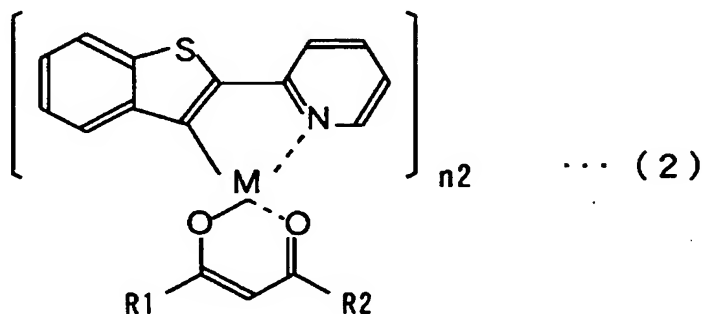
## 【請求項 5】

前記補助ドーパントは、下記式 (1) ~ (4) のいずれかに示される分子構造を有する有機化合物を含み、式 (1) ~ (4) 中の M は白金族元素であり、R1 ~ R4 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、n1 ~ n4 は 1 ~ 3 の整数であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

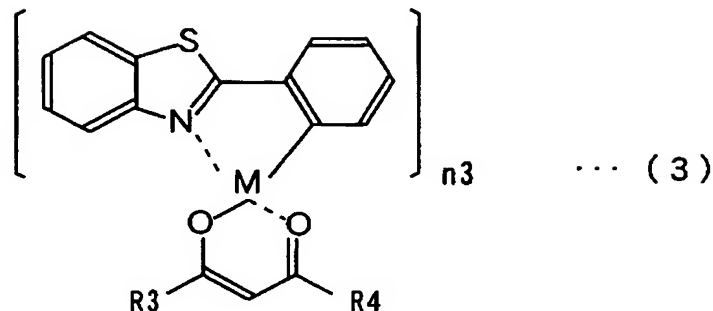
## 【化 1】



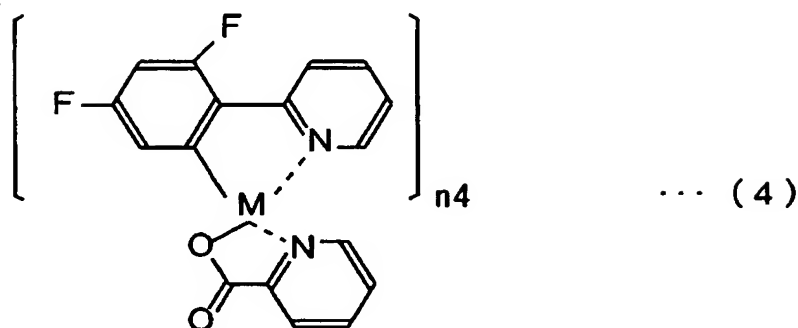
## 【化 2】



## 【化 3】



## 【化 4】



## 【請求項 6】

前記白金族元素は、イリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、ロジウムまたはパラジウムよりなる群から選択される金属であることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 7】

前記発光ドーパントは、前記発光層に 1 重量%以上 20 重量%以下の範囲で含有されることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 8】

前記補助ドーパントは、前記発光層に 1 重量%以上 20 重量%以下の範囲で含有されることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 9】

前記補助ドーパントのエネルギーギャップは、前記発光ドーパントのエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 10】

前記発光層は、ホスト材料をさらに含み、

前記ホスト材料の最高被占有分子軌道のエネルギーレベル H0 と前記発光ドーパントの最高被占有分子軌道のエネルギーレベル H1 と前記補助ドーパントの最高被占有分子軌道のエネルギーレベル H2 とが、 $H0 > H2 > H1$  の関係を有し、

前記ホスト材料の最低空分子軌道のエネルギーレベル L0 と前記発光ドーパントの最低空分子軌道のエネルギーレベル L1 と前記補助ドーパントの最低空分子軌道のエネルギーレベル L2 とが、 $L0 > L2 > L1$  の関係を有することを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 11】

前記補助ドーパントは、発光することを特徴とする請求項 1～10 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 12】

前記補助ドーパントの発光強度は、前記発光ドーパントの発光強度の 30% 以下であることを特徴とする請求項 11 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【書類名】明細書

【発明の名称】有機エレクトロルミネッセンス素子

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、情報機器の多様化に伴い、一般に使用されているCRT（陰極線管）に比べて消費電力が少ない平面表示素子に対するニーズが高まってきている。このような平面表示素子の一つとして、高効率・薄型・軽量・低視野角依存性等の特徴を有する有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機ELと略記する。）素子が注目されている。

【0003】

有機EL素子は、電子注入電極とホール注入電極とからそれぞれ電子とホールとを有機材料からなる発光層内へ注入し、注入された電子およびホールを発光中心で再結合させて有機分子を励起状態にし、この有機分子が励起状態から基底状態へと戻るときに光を発生する自発光型の素子である。

【0004】

キャリアの再結合により生成される励起状態には一重項励起状態および三重項励起状態がある。従来より開発されてきた有機EL素子の多くは、一重項励起状態から基底状態へ戻る時のエネルギー差（一重項励起エネルギー）により発光する（蛍光）ものであった。このような従来の有機EL素子によれば、蛍光のみが観測され、三重項励起状態を経由して基底状態へ戻る時のエネルギー差（三重項励起エネルギー）による発光（燐光）は観測されない。

【0005】

量子力学的考察によれば、一重項励起状態の一重項励起子と三重項励起状態の三重項励起子との形成確率は統計的に1：3であることが知られている。これにより、一重項励起エネルギーのみを用いた従来の有機EL素子では、発光効率（量子内部効率）が全励起エネルギー（一重項励起エネルギーと三重項励起エネルギーとの総和）の25%となる。

【0006】

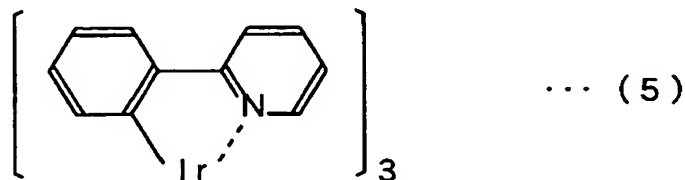
そこで、有機EL素子の発光効率を向上すべく、三重項励起エネルギーを発光に寄与させる種々の方法が案出されている。

【0007】

M.A.Baldoらは、三重項励起エネルギーを発光に寄与させた有機EL素子として、発光層にオルトメタル化錯体（Tris-Ortho-Metalated Complex）であるトリス（2-フェニルピリジン）イリジウム（Tris(2-phenylpyridine)iridium）（以下、Ir(ppp)3と略記する）を用いた有機EL素子を開示している（非特許文献1参照）。Ir(ppp)3の化学式は下記式（5）の通りである。

【0008】

【化1】



【0009】

この有機EL素子によれば非常に高効率な緑色発光が得られ、従来の一般的な緑色発光の有機EL素子と比較して約2～3倍の発光効率を得ることができる。

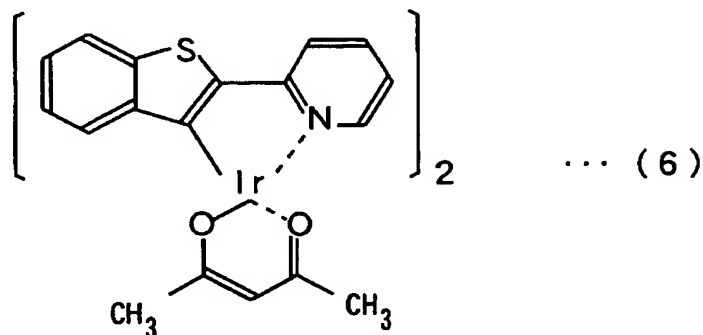
【0010】

さらに、S.Lamanskyらは、三重項励起エネルギーを発光に寄与させた有機EL素子とし

て、発光層にオルトメタル化錯体 (Tris-Ortho-Metalated Complex) であるビス (2-2'-ベンゾチエニル) -ピリジナト-N, C3イリジウム (アセチルアセトネート) (Bis(2-2'-benzothienyl)-pyridinato-N,C3 Iridium(acetylacetonate)) (以下、b t p 2 I r (a c a c) と略記する) を用いた有機EL素子を開示している (非特許文献2参照)。b t p 2 I r (a c a c) の化学式は下記式 (6) の通りである。

【0011】

【化2】



【0012】

この有機EL素子によれば赤色発光を得ることができる。

【非特許文献1】M.A.Baldo et al., Applied Physics Letters, Vol. 75, No. 1, p 4, (1999)

【非特許文献2】S.Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123, 4304-4312 (2001)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、b t p 2 I r (a c a c) を用いた有機EL素子では、従来の一般的な有機EL素子と比較して約1～1.5倍の発光効率しか得ることができない。

【0014】

このように、有機EL素子は、三重項励起エネルギーを発光に寄与させる (発光に変換する) 有機材料 (以下、三重項有機材料と呼ぶ) を用いることにより発光効率が向上するが、使用する有機材料に応じて発光効率に変化する。

【0015】

フルカラーディスプレイを実現する場合、赤色発光、青色発光および緑色発光の有機EL素子が必要となる。上述のように、緑色発光は、三重項有機材料を用いることにより高い発光効率を得ることができる。一方、赤色発光および青色発光は、三重項有機材料を用いた場合であっても高い発光効率を得ることが困難であるとされている。

【0016】

本発明の目的は、発光色によらず十分な発光効率を得ることが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

第1の発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、発光層は、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる発光ドーパントと、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる材料からなりかつ発光ドーパントへの励起エネルギーの移動を補助する補助ドーパントとを含むものである。

【0018】

第1の発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光ドーパントにより三重項励起エネルギーが発光に変換されることにより、高い発光効率を得ることができる。また、補助ドーパントにより、発光ドーパントへ三重項励起エネルギーが移動するの

で、発光ドーパントの発光色によらず、さらに高い発光効率を得ることができる。

【0019】

第2の発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、発光層は、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる発光ドーパントと、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる材料からなりかつ発光ドーパントへのキャリア輸送を補助する補助ドーパントを含むものである。

【0020】

第2の発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光ドーパントにより三重項励起エネルギーが発光に変換されることにより、高い発光効率を得ることができる。また、補助ドーパントにより三重項励起エネルギーが発光に変換され、発光ドーパントへのキャリア輸送が補助されるので、発光ドーパントの発光色によらず、さらに高い発光効率を得ることができる。

【0021】

補助ドーパントは、オルトメタル化錯体を含んでもよい。このような補助ドーパントを用いることにより、三重項励起エネルギーが発光に変換されるので、高い発光効率を得ることができる。

【0022】

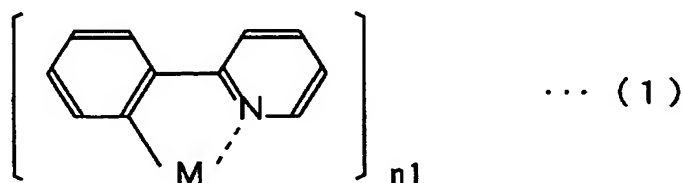
オルトメタル化錯体は白金族元素を含んでもよい。これにより、高い発光効率を得ることができる。

【0023】

補助ドーパントは、下記式(1)～(4)のいずれかに示される分子構造を有する有機化合物を含み、式(1)～(4)中のMは白金族元素であり、R1～R4は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、n1～n4は1～3の整数であってもよい。

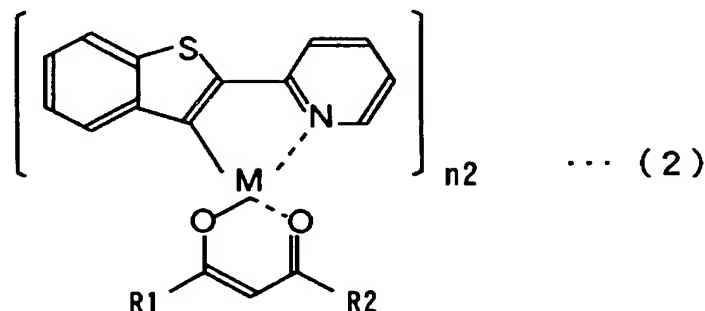
【0024】

【化3】



【0025】

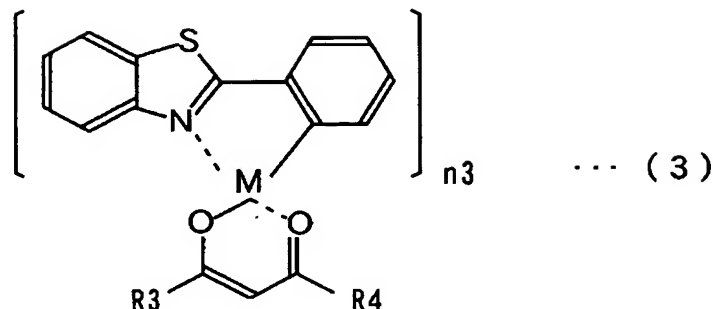
【化4】



【0026】

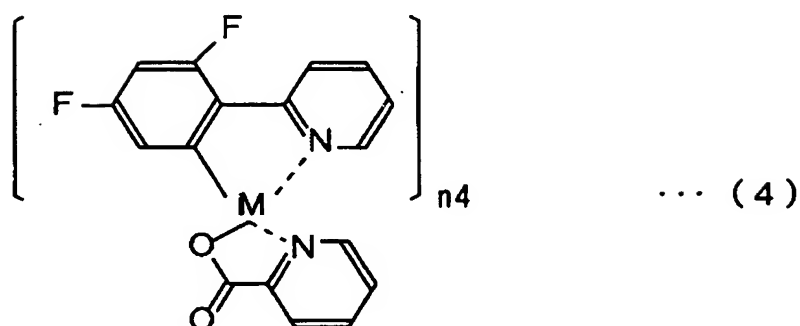


【化5】



【0027】

【化6】



【0028】

このような補助ドーパントを用いることにより、高い発光効率を得ることができる。

【0029】

白金族元素は、イリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、ロジウムまたはパラジウムよりなる群から選択される金属であってもよい。これにより、高い発光効率を得ることができる。

【0030】

発光ドーパントは、発光層に1重量%以上20重量%以下の範囲で含有されてもよい。この場合、発光ドーパントによる良好な発光が得られる。

【0031】

補助ドーパントは、発光層に1重量%以上20重量%以下の範囲で含有されてもよい。この場合、発光ドーパントによる良好な発光が得られるとともに、高い発光効率を得ることができる。

【0032】

補助ドーパントのエネルギーギャップは、発光ドーパントのエネルギーギャップよりも大きくてもよい。この場合、励起エネルギーの移動が補助されるので、発光層における励起エネルギーの移動が円滑に行われ、発光効率が向上する。

【0033】

発光層は、ホスト材料をさらに含み、ホスト材料の最高被占有分子軌道のエネルギーレベルH0と発光ドーパントの最高被占有分子軌道のエネルギーレベルH1と補助ドーパントの最高被占有分子軌道のエネルギーレベルH2とが、 $H0 > H2 > H1$ の関係を有し、ホスト材料の最低空分子軌道のエネルギーレベルL0と発光ドーパントの最低空分子軌道のエネルギーレベルL1と補助ドーパントの最低空分子軌道のエネルギーレベルL2とが、 $L0 > L2 > L1$ の関係を有してもよい。この場合、励起エネルギーの移動が補助されるので、発光層における励起エネルギーの移動が円滑に行われ、発光効率が向上する。

【0034】

補助ドーパントは、発光してもよい。この場合、補助ドーパントが発光することにより、発光効率が向上する。

【 0 0 3 5 】

補助ドーパントの発光強度は、発光ドーパントの発光強度の 3 0 % 以下であってもよい。この場合、発光効率が向上するとともに発光ドーパントによる発光色を確実に得ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 6 】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光ドーパントにより三重項励起エネルギーが発光に変換されることにより、高い発光効率を得ることができる。また、補助ドーパントにより、発光ドーパントへ三重項励起エネルギーが移動するので、発光ドーパントの発光色によらず、さらに高い発光効率を得ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 7 】

以下、本発明の実施の形態に係る有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機 E L と略記する。）素子について説明する。

【 0 0 3 8 】

（第 1 の実施の形態）

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る有機 E L 素子の一例を示す模式的断面図である。第 1 の実施の形態に係る有機 E L 素子 1 0 0 は、基板 1 上にホール注入電極 2 （陽極）、有機化合物層 1 0 および電子注入電極 8 （陰極）が順に積層された積層構造を有する。有機化合物層 1 0 は、ホール注入層 3、ホール輸送層 4、発光層 5、ホール阻止層 6 および電子注入層 7 からなる。

【 0 0 3 9 】

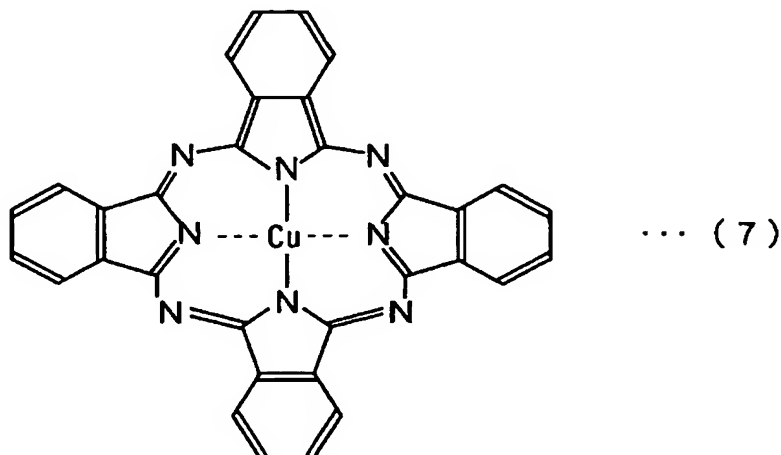
基板 1 は、ガラスまたはプラスチック等からなる透明基板である。ホール注入電極 2 は、インジウムスズ酸化物（以下、I T O と略記する）等の金属化合物、銀等の金属または合金からなる透明電極または半透明電極である。電子注入電極 8 は、マグネシウムインジウム合金または I T O 等の金属化合物、金属または合金からなる透明電極、半透明電極または不透明電極である。

【 0 0 4 0 】

有機化合物層 1 0 において、ホール注入層 3 は、例えば、下記式（7）に示される銅フタロシアニン（Copper phthalocyanine）（以下、C u P c と略記する）等の有機材料からなる。

【 0 0 4 1 】

【 化 7 】



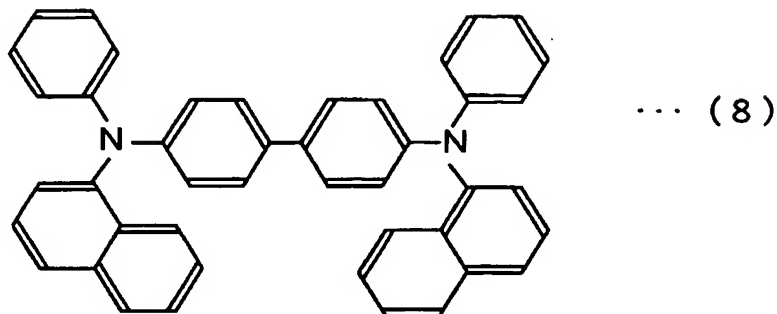
【 0 0 4 2 】

ホール輸送層 4 は、例えば、下記式（8）に示される N, N' - ジ（ナフタレン - 1 - イル） - N, N

’-ジフェニル-ベンジジン (N,N’-Di(naphthalene-1-yl)-N,N’-diphenyl-benzidine) (以下、NPBと略記する) 等の有機材料からなる。

【0043】

【化8】

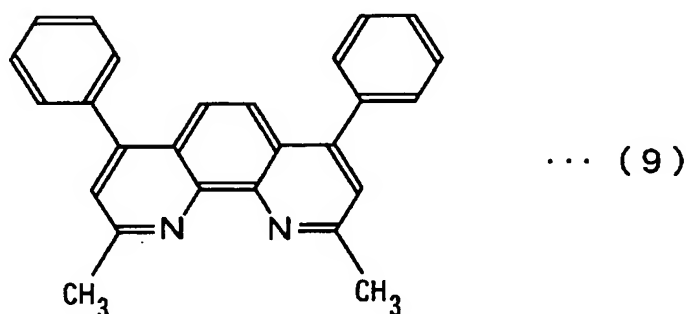


【0044】

ホール阻止層6は、例えば、下記式(9)に示される2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン (2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) (以下、BCPと略記する) 等の有機材料からなる。

【0045】

【化9】

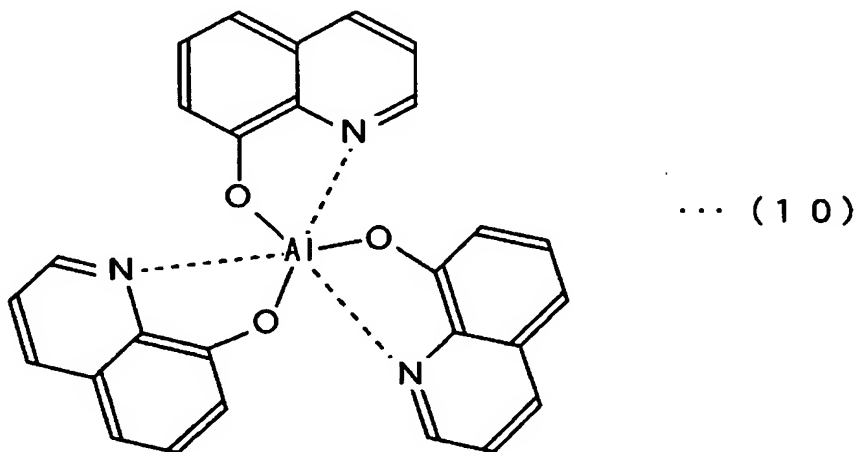


【0046】

電子注入層7は、例えば、下記式(10)に示されるトリス(8-ヒドロキシキノリナト)アルミニウム (Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum) (以下、Alqと略記する) 等の有機材料からなる。

【0047】

【化10】



【0048】

発光層5は、後述のホスト材料、発光ドーパントおよび補助ドーパントからなる。発光層5に用いられる各種有機材料の詳細については後述する。

## 【0049】

有機EL素子100のホール注入電極2と電子注入電極8との間に駆動電圧が印加されると、発光層5が発光する。発光層5において発生された光は、ホール輸送層4、ホール注入層3、ホール注入電極2および基板1を介して外部に取り出される。このように発光層5において発生された光が、基板1を介して外部に取り出される素子の構造をバックエミッション構造と呼ぶ。

## 【0050】

以下、発光層5の発光のメカニズムおよびホスト材料、発光ドーパントおよび補助ドーパントに用いられる有機材料について図2に基づき説明する。

## 【0051】

図2は、第1の実施の形態に係る有機EL素子のホール輸送層、発光層およびホール阻止層の最低空分子軌道(LUMO)および最高被占有分子分子軌道(HOMO)のエネルギー準位と、電子およびホールの移動過程との一例を示す模式図である。

## 【0052】

本実施の形態において発光層5を構成するホスト材料5H、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2のLUMOおよびHOMOにおけるエネルギー準位の関係は以下の通りである。

## 【0053】

補助ドーパントD2のHOMO(エネルギー準位H2)は発光ドーパントD1のHOMO(エネルギー準位H1)より高く、ホスト材料5HのHOMO(エネルギー準位H0)は補助ドーパントD2のHOMO(エネルギー準位H2)より高い。

## 【0054】

また、補助ドーパントD2のLUMO(エネルギー準位L2)は発光ドーパントD1のLUMO(エネルギー準位L1)より高く、ホスト材料5HのLUMO(エネルギー準位L0)は補助ドーパントD2のLUMO(エネルギー準位L2)より高い。

## 【0055】

すなわち、ホスト材料5H、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2のLUMOおよびHOMOにおけるエネルギー準位の関係は次式(11)および(12)で表され、

$$H0 > H2 > H1 \quad \dots (11)$$

$$L0 > L2 > L1 \quad \dots (12)$$

ホスト材料5H、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2の各々のエネルギーギャップを順に"E0", "E1", "E2"とした場合、エネルギーギャップの関係は次式(13)で表される。

## 【0056】

$$E0 > E2 > E1 \quad \dots (13)$$

図1の有機EL素子100のホール注入電極2と電子注入電極8との間に駆動電圧が印加されると、ホール注入電極2より供給されたホールがホール注入層3に注入され、電子注入電極8より供給された電子が電子注入層7に注入される。

## 【0057】

ホール注入層3に注入されたホールはホール輸送層4を介して発光層5に輸送され、電子注入層7に注入された電子はホール阻止層6を介して発光層5に輸送される。

## 【0058】

ホール輸送層4から発光層5へ輸送されるホールは、ホスト材料5H、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2のLUMOに移動する。

## 【0059】

補助ドーパントのキャリア輸送能が高い場合、ホール輸送層4およびホール阻止層6と発光層5との間のキャリア輸送性が向上する。

## 【0060】

発光層5において、エネルギー準位H0にあるホールは矢印e1, e2で示されるように、エネルギー準位H1またはH2に移動する。また、エネルギー準位H2にあるホール

は、矢印 e 3 で示されるように、エネルギー準位 H 1 に移動する。

【0061】

ホール阻止層 6 から発光層 5 へ輸送される電子は、ホスト材料 5 H、発光ドーパント D 1 および補助ドーパント D 2 の HOMO に移動する。

【0062】

発光層 5 において、エネルギー準位 L 0 にある電子は、矢印 e 4, e 5 で示されるように、エネルギー準位 L 1 または L 2 に移動する。また、エネルギー準位 L 2 にある電子は、矢印 e 6 で示されるように、エネルギー準位 L 1 に移動する。

【0063】

エネルギー準位 H 0 のホールとエネルギー準位 L 0 の電子とが再結合し、形成された励起エネルギーが補助ドーパント D 2 または発光ドーパント D 1 へ移動し、発光層 5 が発光する。

【0064】

エネルギー準位 H 1 のホールとエネルギー準位 L 1 の電子とが再結合し、形成された励起エネルギーが発光ドーパント D 1 へ移動し、発光層 5 が発光する。

【0065】

エネルギー準位 H 2 のホールとエネルギー準位 L 2 の電子とが再結合し、発光層 5 が発光する。

【0066】

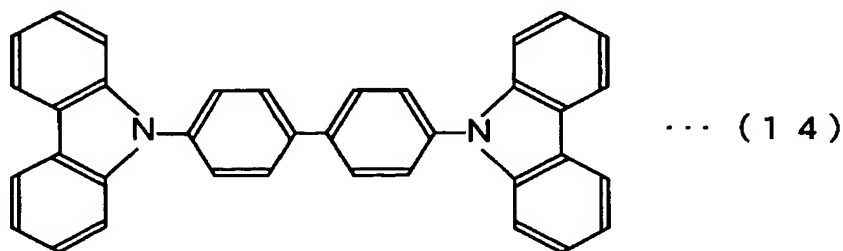
このように、ホスト材料 5 H、発光ドーパント D 1 および補助ドーパント D 2 の各々の LUMO および HOMO のエネルギー準位の関係が式 (11) ~ (13) を満たす場合、発光層 5 におけるキャリアの励起エネルギーの移動が円滑に行われる。これは、補助ドーパント D 2 の LUMO および HOMO のエネルギー準位が、ホスト材料 5 H の LUMO および HOMO と発光ドーパント D 1 の LUMO および HOMO との間に位置することにより、励起エネルギーの移動が補助されるためである。

【0067】

ホスト材料 5 H は、例えば、下記式 (14) に示される 4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)-ビフェニル (4,4'-Bis(carbazol-9-yl)-biphenyl) (以下、CBP と略記する) 等の有機材料からなる。

【0068】

【化11】



【0069】

発光ドーパント D 1 および補助ドーパント D 2 には、三重項励起エネルギーを発光に寄与させる(発光に変換する)有機材料(以下、三重項有機材料と呼ぶ)が用いられる。

【0070】

発光ドーパント D 1 には、例えば、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(Tris(2-phenylpyridine)iridium) (以下、Ir(ppy)<sub>3</sub> と略記する)、ビス(2-2'-ベンゾチエニル)-ピリジナト-N, C3 イリジウム(アセチルアセトネート)(Bis(2-2'-benzothienyl)-pyridinato-N, C3 Iridium(acetylacetonate)) (以下、btpp2Ir(acac) と略記する)、ビス(2-フェニルベンゾチオゾラト-N, C2)イリジウム(アセチルアセトネート)(Bis(2-phenylbenzothiazolato-N, C2)Iridium(acetylacetonate)) (bt2Ir(acac) と略記する) またはビス[4,6-ジフルオロフェニル-ピリジナト-N, C2]イ

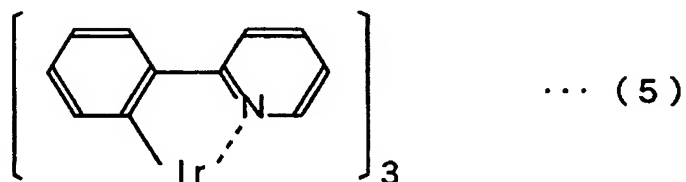
リジウム (ピコリナト) (Bis[4,6-difluorophenyl-pyridinato-N,C2]Iridium(picolinato)) (以下、F I r p i c と略記する) 等のオルトメタル化錯体を含む三重項有機材料が用いられる。

【0071】

I r (p p y) 3 は、下記式 (5) に示す分子構造を有する。

【0072】

【化12】

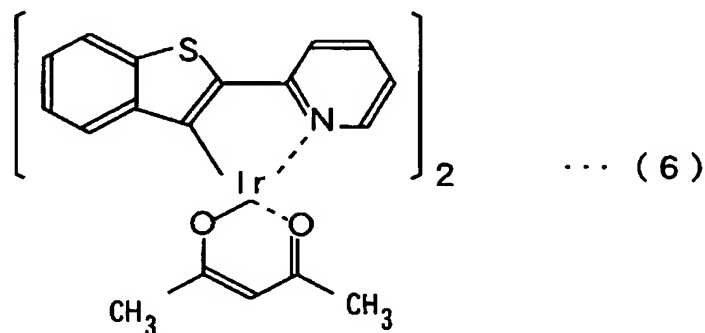


【0073】

b t p 2 I r (a c a c) は、下記式 (6) に示す分子構造を有する。

【0074】

【化13】

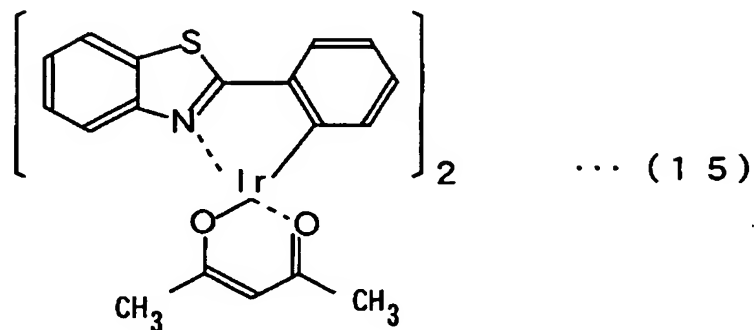


【0075】

b t 2 I r (a c a c) は、下記式 (15) に示す分子構造を有する。

【0076】

【化14】

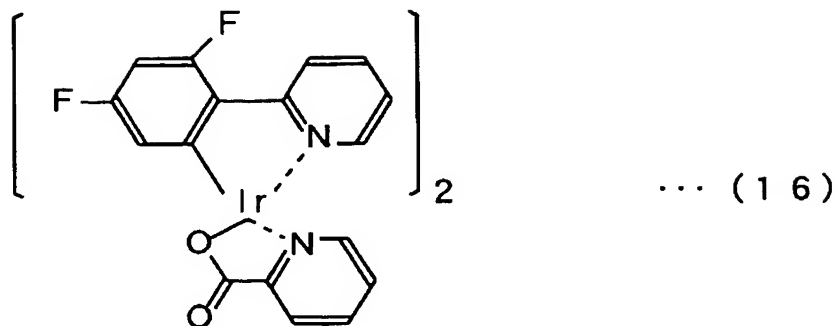


【0077】

F I r p i c は、下記式 (16) に示す分子構造を有する。

【0078】

【化15】

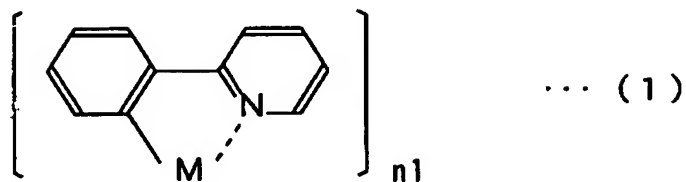


【0079】

なお、オルトメタル化錯体の構造式は、例えば、下記式(1)～(4)により表される。

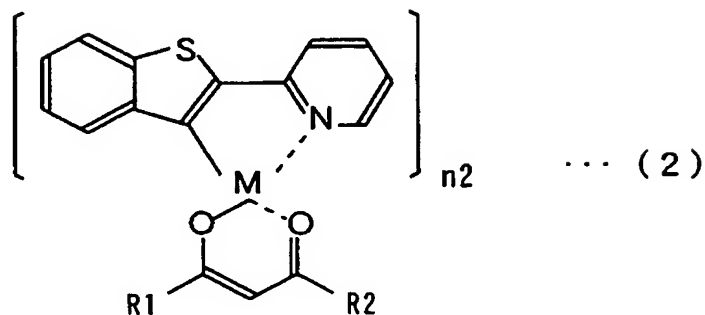
【0080】

【化16】



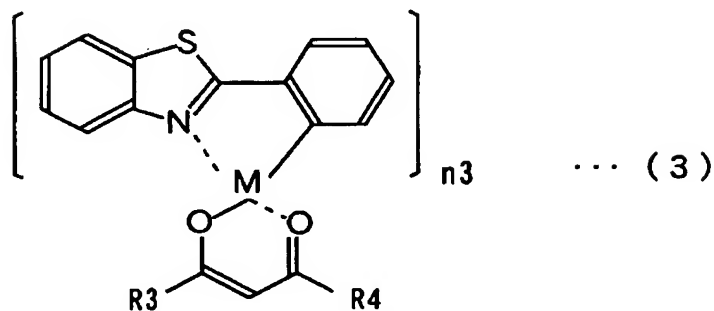
【0081】

【化17】



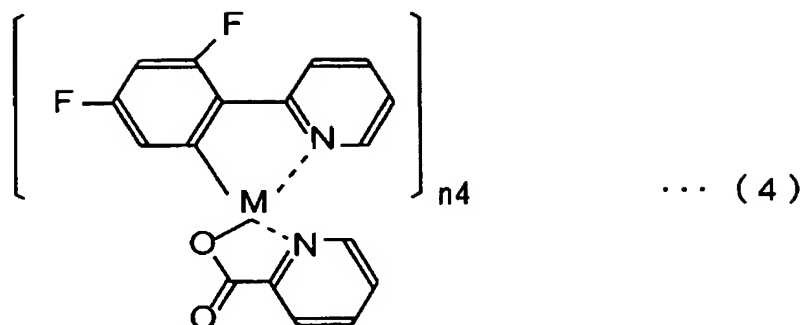
【0082】

【化18】



【0083】

## 【化19】



## 【0084】

また、上記式(1)～(4)中のMは、例えばイリジウム(Ir)、白金(Pt)、オスミウム(Os)、ルテニウム(Ru)、ロジウム(Rh)またはパラジウム(Pd)等の白金族元素である。特に、Mがイリジウムまたは白金であることが好ましい。それにより、より高い輝度の発光をより高い発光効率で得ることが可能となる。

## 【0085】

式(1)～(4)中のR1～R4は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。例えば、R1～R4は $-C_nH_{2n+1}$  ( $n=0\sim10$ )、フェニル基、ナフチル基、チオフェン基、 $-CN$ 、 $-N(C_nH_{2n+1})_2$  ( $n=1\sim10$ )、 $-COOC_nH_{2n+1}$  ( $n=1\sim10$ )、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OC_2H_5$  等である。

## 【0086】

このように白金族元素および水素原子、ハロゲン原子または置換基を含むオルトメタル錯体により構成され、上記式(1)～(4)で表される構造を有する三重項有機材料は、三重項励起状態を経由して燐光を発することが可能である。

## 【0087】

ただし、発光ドーパントD1に用いられる三重項有機材料は、ホスト材料5Hおよび補助ドーパントD2に対し、LUMOおよびHOMOのエネルギー準位が上記式(11)～(13)の関係を満たすものが選択される。

## 【0088】

補助ドーパントD2には、発光ドーパントD1と同様に、例えば、Ir(ppy)3、bt p2 Ir(acac)、bt2 Ir(acac)またはFIrpic等のオルトメタル化錯体を含む三重項有機材料が用いられる。

## 【0089】

Ir(ppy)3、bt p2 Ir(acac)、bt2 Ir(acac)およびFIrpicの分子構造は上記式(5)、(6)、(15)、(16)に示す通りである。

## 【0090】

オルトメタル化錯体の構造式の一例は、上記式(1)～(4)に示す通りである。

## 【0091】

ただし、補助ドーパントD2に用いられる三重項有機材料は、ホスト材料5Hおよび発光ドーパントD1に対し、LUMOおよびHOMOのエネルギー準位が上記式(11)～(13)の関係を満たすものが選択される。

## 【0092】

このように、本実施の形態に係る有機EL素子100は発光ドーパントD1および補助ドーパントD2として三重項有機材料を用いている。これにより、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2の三重項励起エネルギーが発光に寄与するので、発光効率が向上する。

## 【0093】

ホスト材料5H、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2の各々のLUMOおよびHOMOのエネルギー準位が上記式(11)～(13)の関係を有する。



## 【0094】

すなわち、ホール輸送層 4 およびホール阻止層 6 から発光層 5 に輸送されるキャリアが、発光層 5 のホスト材料 5 H、発光ドーパント D 1 および補助ドーパント D 2 の各々のエネルギー準位に移動する。これにより、ホール輸送層 4 およびホール阻止層 6 と発光層 5 との間のキャリア輸送が補助され、有機 E L 素子 1 0 0 の発光効率が向上する。

## 【0095】

また、補助ドーパント D 2 の HOMO および LUMO のエネルギー準位が、ホスト材料 5 H の HOMO および LUMO と発光ドーパント D 1 の HOMO および LUMO との間に位置することによりキャリアの励起エネルギーの移動が補助される。それにより、発光層 5 におけるキャリアの励起エネルギーの移動が円滑に行われ、有機 E L 素子 1 0 0 の発光効率が向上する。

## 【0096】

以上のように、本実施の形態に係る有機 E L 素子 1 0 0 によれば、高い発光効率に寄与する三重項有機材料を用いるとともに、さらに高い発光効率を実現するための補助ドーパント D 2 を用いることにより、発光色によらず十分な発光効率を得られる。

## 【0097】

なお、発光層 5 に添加される発光ドーパント D 1 は 1 重量%以上 2 0 重量%以下であることが望ましい。この場合、発光ドーパント D 1 による良好な発光が得られる。

## 【0098】

また、発光層 5 に添加される補助ドーパント D 2 は 1 重量%以上 2 0 重量%以下であることが望ましい。この場合、発光ドーパント D 1 による良好な発光が得られるとともに、高い発光効率を得られる。

## 【0099】

補助ドーパント D 2 は発光してもよい。この場合、補助ドーパント D 2 が発光することにより、発光効率が向上する。そして、補助ドーパント D 2 の発光強度は、発光ドーパント D 1 の発光強度に対して 3 0 % 以下の発光強度であることが望ましい。これは、補助ドーパント D 2 の発光強度が 3 0 % 以上高くなると、発光ドーパント D 1 の発光色が得られない場合があるからである。したがって、補助ドーパント D 2 の発光強度を発光ドーパント D 1 の発光強度に対して 3 0 % 以下の発光強度とすることにより、発光効率が向上するとともに発光ドーパント D 1 による発光色を確実に得ることができる。

## 【0100】

本実施の形態に係る有機 E L 素子は、電子注入電極 8 を透明電極または半透明電極とすることにより、発光層 5 において発生された光をホール阻止層 6、電子注入層 7 および電子注入電極 8 を介して取り出すトップエミッション構造を有してもよい。

## 【0101】

本実施の形態において、有機化合物層 1 0 の構造は上記に限らず、種々の構造を用いることができる。例えば、ホール注入層 3 およびホール輸送層 4 の性質を有する有機材料を用いた場合にはホール注入層 3 およびホール輸送層 4 を一層としてもよく、ホール阻止層 6 および電子注入層 7 の性質を有する有機材料を用いた場合にはホール阻止層 6 および電子注入層 7 を一層としてもよい。さらに、ホール注入層 3、ホール輸送層 4、ホール阻止層 6 または電子注入層 7 のいずれかとともに発光層 5 の性質を有する有機材料を用いた場合には複数の層を一層としてもよい。

## 【0102】

(第 2 の実施の形態)

図 3 は、第 2 の実施の形態に係る有機 E L 素子の一例を示す模式的断面図である。第 2 の実施の形態に係る有機 E L 素子 1 0 0 は、発光層 5 が橙色発光を得ることが可能な橙色発光層 5 a および青色発光を得ることが可能な青色発光層 5 b である点を除き第 1 の実施の形態に係る有機 E L 素子 1 0 0 と同様の構成を有する。

## 【0103】

本実施の形態において、橙色発光層 5 a および青色発光層 5 b は、それぞれホスト材料

、発光ドーパントD1および補助ドーパントD2から形成されることが好ましい。

#### 【0104】

橙色発光層5aおよび青色発光層5bに用いられるホスト材料のHOMO(H0)およびLUMO(L0)と発光ドーパントD1のHOMO(H1)およびLUMO(L1)と補助ドーパントD2のHOMO(H2)およびLUMO(L2)とのエネルギー準位の関係は第1の実施の形態に示される式(11)～(13)の関係を満足するように設定することが好ましい。

#### 【0105】

橙色発光層5aとしては、例えば、ホスト材料としてCBPを用い、発光ドーパントD1としてbtp2Ir(acac)を用い、補助ドーパントD2としてIr(ppy)3を用いてもよい。青色発光層5bとしては、例えば、ホスト材料としてCBPを用い、発光ドーパントD1としてFIrpicを用いてもよい。

#### 【0106】

このように、本実施の形態に係る有機EL素子100によれば、少なくとも一層の発光層に高い発光効率に寄与する三重項有機材料を用いるとともに、さらに高い発光効率を実現するための補助ドーパントD2を用いることにより、発光色によらず十分な発光効率を得られる。

#### 【0107】

また、橙色発光層5aおよび青色発光層5bとが発光することにより、白色発光を得ることができる。この場合、白色発光を得ることが可能な有機EL素子に赤色、緑色および青色のフィルタを設けることで光の3原色の表示(RGB表示)が可能となり、フルカラー表示が実現する。

#### 【0108】

(第3の実施の形態)

図4は第1の実施の形態に係る有機EL素子を用いた有機EL表示装置の一例を示す模式的平面図であり、図5は図4の有機EL表示装置のA-A線断面図である。

#### 【0109】

図4および図5の有機EL表示装置においては、赤色に発光する画素(以下、R画素と呼ぶ)Rpix、緑色に発光する画素(以下、G画素と呼ぶ)Gpixおよび青色に発光する画素(以下、B画素と呼ぶ)Bpixがマトリクス状に配置されている。以下の説明において、R画素Rpix、G画素GpixおよびB画素Bpixの各画素が第1の実施の形態に係る有機EL素子100に相当する。

#### 【0110】

また、以下の説明において、ガラス基板10、能動層11、層間絶縁膜13、第1の平坦化層15、第1のTF T130および第2のTF T140を備える基板が第1の実施の形態に係る図1の基板1に相当し、ホール輸送層16が図1のホール注入層3およびホール輸送層4に相当し、赤色発光層22、緑色発光層24および青色発光層26が図11の発光層5に相当し、電子輸送層28が図1のホール阻止層6および電子注入層7に相当する。

#### 【0111】

図4において、左から順にR画素Rpix、G画素GpixおよびB画素Bpixが設けられている。

#### 【0112】

各画素の構成は平面図では同一である。一画素は行方向に延びる2つのゲート信号線51と列方向に延びる2つのドレイン信号線(データ線)52とに囲まれた領域に形成される。各画素の領域内において、ゲート信号線51とドレイン信号線52との交点付近にはスイッチング素子であるnチャネル型の第1のTF T130が形成され、中央付近には有機EL素子を駆動するpチャネル型の第2のTF T140が形成される。また、各画素の領域内に補助電極70、およびITOからなるホール注入電極12が形成される。ホール注入電極12の領域に有機EL素子が島状に形成される。

## 【0113】

第1のTFT130のドレインはドレイン電極13dを介してドレイン信号線52に接続され、第1のTFT130のソースはソース電極13sを介して電極55に接続される。第1のTFT130のゲート電極111は、ゲート信号線51から延びる。

## 【0114】

補助容量70は、電源電圧 $V_{sc}$ を受けるSC線54と、能動層11（図5参照）と一体の電極55とから構成される。

## 【0115】

第2のTFT140のドレインはドレイン電極43dを介して有機EL素子のホール注入電極12に接続され、第2のTFT140のソースはソース電極43sを介して列方向に延びる電源線53に接続される。第2のTFT140のゲート電極41は電極55に接続される。

## 【0116】

R画素Rpixの幅LR、G画素Gpixの幅LGおよびB画素Bpixの幅LBは、各有機EL素子の発光効率を考慮してR画素Rpix、G画素GpixおよびB画素Bpixの光量が等しくなるようにそれぞれ設定される。本実施の形態では、R画素Rpixの幅LRは $75.5\mu\text{m}$ であり、G画素Gpixの幅LGは $56.5\mu\text{m}$ であり、およびB画素Bpixの幅LBは $66\mu\text{m}$ である。

## 【0117】

図5に示されるように、ガラス基板10上に多結晶シリコン等からなる能動層11が形成され、その能動層11の一部が有機EL素子を駆動するための第2のTFT140となる。能動層11上にゲート酸化膜（図示せず）を介してダブルゲート構造のゲート電極41が形成され、ゲート電極41を覆うように能動層11上に層間絶縁膜13および第1の平坦化層15が形成される。第1の平坦化層15の材料としては、例えばアクリル樹脂を用いることができる。第1の平坦化層15上に透明なホール注入電極12が各画素ごとに形成され、ホール注入電極12を覆うように第1の平坦化層15上に絶縁性の第2の平坦化層18が形成される。

## 【0118】

第2のTFT140は第2の平坦化層18の下に形成されている。ここで、第2の平坦化層18はホール注入電極12の全面に形成されるのではなく、第2のTFT140が形成される領域を覆うようにかつ第2の平坦化層18の形状でホール注入電極12または後述の各有機材料層が断線しないように局所的に形成される。

## 【0119】

ホール注入電極12および第2の平坦化層18を覆うようにホール輸送層16が全体の領域上に形成される。

## 【0120】

R画素Rpix、G画素GpixおよびB画素Bpixのホール輸送層16上には、それぞれ列方向に延びるストライプ状の赤色発光層22、緑色発光層24および青色発光層26が形成される。

## 【0121】

ストライプ状の赤色発光層22、緑色発光層24および青色発光層26の間の境界は第2の平坦化層18上の表面でガラス基板10と平行となっている領域に設けられる。

## 【0122】

R画素Rpix、G画素GpixおよびB画素Bpixの赤色発光層22、緑色発光層24および青色発光層26上には、列方向に延びるストライプ状の電子輸送層28がそれぞれ形成される。

## 【0123】

R画素Rpix、G画素GpixおよびB画素Bpixの発光層22、24、26および電子輸送層28は、複数の蒸着室を備えたマルチチャンバー型有機EL製造装置において色ごとに連続的に形成される。すなわち、R画素Rpixにおける赤色発光層22およ

び電子輸送層 28 は、第 1 の蒸着室内で共通のマスクを用いて連続的に形成される。また、G 画素 G p i x における緑色発光層 24 および電子輸送層 28 は、第 2 の蒸着室内で共通のマスクを用いて連続的に形成される。さらに、B 画素 B p i x における青白発光層 26 および電子輸送層 28 は、第 3 の蒸着室内で共通のマスクを用いて連続的に形成される。したがって、電子輸送層 28 間の境界は、赤色発光層 22、緑色発光層 24 および青色発光層 26 の間の境界上に重なるように設けられる。

#### 【0124】

このように、各色ごとに発光層 22、24、26 および電子輸送層 28 を異なる蒸着室内でそれぞれ形成することにより、3 種類の発光層 22、24、26 および電子輸送層 28 を同一の蒸着室で形成する場合に発生するドーパントのクロスコンタミネーションが回避される。

#### 【0125】

さらに、各電子輸送層 28 上には共通にフッ化リチウム層 30 および電子注入電極 32 が順次形成される。電子注入電極 32 の上には樹脂等からなる保護層 34 が形成されている。

#### 【0126】

上記有機 EL 表示装置において、ゲート信号線 51 に選択信号が出力されると第 1 の T F T 130 がオンし、そのときにドレイン信号線 52 に与えられる電圧値（データ信号）に応じて補助容量 70 が充電される。第 2 の T F T 140 のゲート電極 41 は補助容量 70 に充電された電荷に応じた電圧を受ける。それにより、電源線 53 から有機 EL 素子に供給される電流が制御され、有機 EL 素子は供給された電流に応じた輝度で発光する。

#### 【0127】

このように、本実施の形態に係る有機 EL 表示装置においては、第 1 の実施の形態に係る有機 EL 素子 100 をマトリクス状に配置し、各々の発光色を R 画素 R p i x、G 画素 G p i x および B 画素 B p i x として個別に設定することで映像を表示することができる。

#### 【0128】

赤色発光層 22 は、例えば、ホスト材料として C B P を用い、発光ドーパント D1 として b t p 2 I r ( a c a c ) を用い、補助ドーパント D2 として I r ( p p y ) 3 を用いた構成を有してもよい。

#### 【0129】

緑色発光層 24 は、例えば、ホスト材料として C B P を用い、発光ドーパント D1 として I r ( p p y ) 3 を用い、補助ドーパント D2 として F I r p i c を用いた構成を有してもよい。

#### 【0130】

青色発光層 26 は、例えば、ホスト材料として C B P を用い、発光ドーパント D1 として F I r p i c を用いた構成を有してもよい。なお、青色発光層 26 においても、第 1 の実施の形態に示される補助ドーパント D2 が用いられることが望ましい。

#### 【0131】

以上のように、本実施の形態においては、赤色発光、緑色発光および青色発光が得られる各種有機 EL 素子に対して、高い発光効率に寄与する三重項有機材料の発光ドーパント D1 を用いるとともに、さらに高い発光効率を実現するための補助ドーパント D2 を用いることで、光の 3 原色（R G B）の各々の発光効率が向上する。それにより、発光効率のよいフルカラー表示が得られる。

#### 【実施例】

#### 【0132】

以下、本発明の実施の形態に基づいて実施例 1～4 の有機 EL 素子を作製し、作製された有機 EL 素子に対して駆動電圧を印加することにより発光特性の測定を行った。

#### 【0133】

#### 【実施例 1】

実施例 1 の有機 EL 素子は、ホール阻止層 6 と電子注入層 7 とを一つの層とした（以下、電子輸送層と呼ぶ）ことを除き、図 1 の有機 EL 素子 100 と同様の構成を有する。

【0134】

実施例 1 の有機 EL 素子の作製時には、予めガラス基板からなる基板 1 上に ITO からなるホール注入電極 2 を形成し、その基板 1 を中性洗剤により洗浄した。また、純水中で 10 分間超音波洗浄を行い、さらに、エタノール中で 10 分間超音波洗浄を行った。その後、オゾンクリーナーにより基板 1 表面の洗浄を行った。

【0135】

ITO からなるホール注入電極 2 の表面に、CuPc からなるホール注入層 3 を真空蒸着法により形成した。形成されたホール注入層 3 の厚みは 100 Å であった。

【0136】

ホール注入層 3 の蒸着は、真空度  $1 \times 10^{-6}$  Torr、かつ基板 1 に対する温度制御をしない条件で行った。

【0137】

続いて、形成されたホール注入層 3 の表面に NPB からなるホール輸送層 4 を真空蒸着法により形成した。形成されたホール輸送層 4 の厚みは 500 Å であった。

【0138】

ホール輸送層 4 の蒸着の条件は、ホール注入層 3 の蒸着の条件と同様である。

【0139】

さらに、形成されたホール輸送層 4 の表面に発光層 5 を真空蒸着法により形成した。

【0140】

発光層 5 は、CBP からなるホスト材料 5H に、btp2Ir (acac) からなる発光ドーパント D1 および Ir (ppy) 3 からなる補助ドーパント D2 を添加することにより生成した。発光層 5 へ添加する発光ドーパント D1 の割合を 6.5 重量% とし、補助ドーパント D2 の割合を 2 重量% とした。形成された発光層 5 の厚みは 250 Å であった。

【0141】

発光層 5 の蒸着の条件は、ホール注入層 3 の蒸着の条件と同様である。

【0142】

形成された発光層 5 の表面に BCP からなる電子輸送層を真空蒸着法により形成した。形成された電子輸送層の厚みは 200 Å であった。

【0143】

電子輸送層の蒸着の条件は、ホール注入層 3 の蒸着の条件と同様である。

【0144】

最後に、形成された電子輸送層の表面にマグネシウム－インジウム合金 (Mg : In = 10 : 1) からなる電子注入電極 8 を真空蒸着法により形成した。形成された電子注入電極 8 の厚みは 2000 Å であった。

【0145】

電子注入電極 8 の蒸着の条件は、ホール注入層 3 の蒸着の条件と同様である。

【0146】

以上のように作製された有機 EL 素子のホール注入電極 2 を正に、電子注入電極 8 を負にバイアスして、駆動電圧を印加し、発光特性の測定を行った。

【0147】

この結果、実施例 1 の有機 EL 素子の最大発光波長は 620 nm であり、最高輝度は  $34700 \text{ cd/m}^2$  であり、発光効率  $4.2 \text{ cd/A}$  であった。

【0148】

[実施例 2]

実施例 2 の有機 EL 素子は、実施例 1 の有機 EL 素子と以下の点を除き同様の構成を有する。

【0149】

発光層 5 へ添加する発光ドーパント D 1 の割合を 6.5 重量%とし、補助ドーパント D 2 の割合を 1 重量%とした。これにより作製された有機 EL 素子のホール注入電極 2 を正に、電子注入電極 8 を負にバイアスして、駆動電圧を印加し、発光特性の測定を行った。

【0150】

その結果、実施例 2 の有機 EL 素子の最大発光波長は 620 nm であり、最高輝度は  $24200 \text{ cd/m}^2$  であり、発光効率は  $3.9 \text{ cd/A}$  であった。

【0151】

[実施例 3]

実施例 3 の有機 EL 素子は、実施例 1 の有機 EL 素子と以下の点を除き同様の構成を有する。

【0152】

発光層 5 の補助ドーパント D 2 として、 $\text{bt2Ir(acac)}$  を用いた。

【0153】

発光層 5 へ添加する発光ドーパント D 1 の割合を 6.5 重量%とし、補助ドーパント D 2 の割合を 2 重量%とした。これにより作製された有機 EL 素子のホール注入電極 2 を正に、電子注入電極 8 を負にバイアスして、駆動電圧を印加し、発光特性の測定を行った。

【0154】

その結果、実施例 3 の有機 EL 素子の最大発光波長は 620 nm であり、最高輝度は  $27600 \text{ cd/m}^2$  であり、発光効率は  $3.8 \text{ cd/A}$  であった。

【0155】

[実施例 4]

実施例 4 の有機 EL 素子は、実施例 1 の有機 EL 素子と以下の点を除き同様の構成を有する。

【0156】

発光層 5 の発光ドーパント D 1 として  $\text{Ir(ppy)}_3$  を用い、補助ドーパント D 2 として  $\text{FIrpic}$  を用いた。

【0157】

発光層 5 へ添加する発光ドーパント D 1 の割合は 1.5 重量%であり、補助ドーパント D 2 の割合は 15 重量%である。これにより作製された有機 EL 素子のホール注入電極 2 を正に、電子注入電極 8 を負にバイアスして、駆動電圧を印加し、発光特性の測定を行った。

【0158】

その結果、実施例 3 の有機 EL 素子の最大発光波長は 515 nm であり、最高輝度は  $4200 \text{ cd/m}^2$  であり、発光効率は  $34.9 \text{ cd/A}$  であった。

【0159】

[比較例 1]

本発明の実施の形態に基づいて比較例 1 の有機 EL 素子を作製し、作製された有機 EL 素子に対して駆動電圧を印加することにより発光特性の測定を行った。

【0160】

比較例 1 の有機 EL 素子は、実施例 1 の有機 EL 素子と、発光層 5 に補助ドーパント D 2 を添加しない点を除き同様の構成を有する。

【0161】

発光層 5 に添加する発光ドーパント D 1 の割合は 6.5 重量%である。これにより作製された有機 EL 素子のホール注入電極 2 を正に、電子注入電極 8 を負にバイアスして、駆動電圧を印加し、発光特性の測定を行った。

【0162】

その結果、比較例 1 の有機 EL 素子の最大発光波長は 620 nm であり、最高輝度は  $3000 \text{ cd/m}^2$  であり、発光効率は  $3.5 \text{ cd/A}$  であった。

【0163】

[比較例 2]

本発明の実施の形態に基づいて比較例 2 の有機 E L 素子を作製し、作製された有機 E L 素子に対して駆動電圧を印加することにより発光特性の測定を行った。

【0164】

比較例 2 の有機 E L 素子は、実施例 4 の有機 E L 素子と、発光層 5 に補助ドーパント D 2 を添加しない点を除き同様の構成を有する。

【0165】

発光層 5 に添加する発光ドーパント D 1 の割合は 1.5 重量%である。これにより作製された有機 E L 素子のホール注入電極 2 を正に、電子注入電極 8 を負にバイアスして、駆動電圧を印加し、発光特性の測定を行った。

【0166】

その結果、比較例 2 の有機 E L 素子の最大発光波長は 515 nm であり、最高輝度は 8900 cd/m<sup>2</sup> であり、発光効率 は 28.5 cd/A であった。

【0167】

[評価]

上記実施例 1～4 および比較例 2 における有機 E L 素子の発光特性の測定結果から、実施例 1～3 と比較例 1 との比較および実施例 4 と比較例 2 との比較を行った。

【0168】

[実施例 1～3 と比較例 1 との比較]

実施例 1～3 および比較例 1 の有機 E L 素子の発光特性の測定結果は下記表 1 に示す通りである。

【0169】

【表 1】

	最大発光波長 (nm)	最高輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)
実施例 1	620	34700	4.2
実施例 2	620	24200	3.9
実施例 3	620	27600	3.8
比較例 1	620	13000	3.5

【0170】

表 1 に示すように、補助ドーパント D 2 を含む実施例 1～3 の有機 E L 素子は、補助ドーパント D 2 を含まない比較例 1 の有機 E L 素子と比較して高い発光輝度および発光効率を得ることができた。

【0171】

図 6 は、実施例 1～3 および比較例 1 の発光特性を示すグラフである。縦軸に発光強度が示され、横軸に発光波長が示されている。実線 J 1 に実施例 1 の有機 E L 素子の発光特性が示され、一点鎖線 J 2 に実施例 2 の有機 E L 素子の発光特性が示され、二点鎖線 J 3 に実施例 3 の有機 E L 素子の発光特性が示され、点線 H 1 に比較例 1 の有機 E L 素子の発光特性が示されている。

【0172】

図 6 によれば、実施例 1～3 および比較例 1 の最大発光波長近傍の発光特性に著しい相違は見られない。しかしながら、波長約 450 nm～約 600 nm の範囲では、比較例 1 の発光特性と比較して実施例 1～3 の発光特性がやや高い傾向が見られた。このような比較例 1 に対する実施例 1～3 の発光特性の相違は、補助ドーパント D 2 自体の発光によるものと考えられる。

【0173】

これのように、実施例 1～3 の有機 E L 素子によれば、広い波長領域の光を得ることができる。

## 【0174】

以上の結果から、有機EL素子は、発光層5に上記式(11)～(13)の条件を満たす補助ドーパントD2が添加されることにより発光特性を向上することが明らかとなった。

## 【0175】

[実施例4と比較例2との比較]

実施例4および比較例2の有機EL素子の発光特性の測定結果は下記表2に示す通りである。

## 【0176】

【表2】

	最大発光波長 (nm)	最高輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)
実施例4	515	14200	34.9
比較例2	515	8900	28.5

## 【0177】

表2に示すように、補助ドーパントD2を含む実施例4の有機EL素子は、補助ドーパントD2を含まない比較例2の有機EL素子と比較して高い発光輝度および発行効率を得ることができた。

## 【0178】

図7は、実施例4および比較例2の発光特性を示すグラフである。縦軸に発光強度が示され、横軸に発光波長が示されている。実線J4に実施例4の有機EL素子の発光特性が示され、点線H2に比較例2の有機EL素子の発光特性が示されている。

## 【0179】

図7によれば、実施例4の発光特性は比較例2の発光特性に比べ、発光波長の領域が狭い。このような発光特性の変化は、補助ドーパントD2によるものと考えられる。これにより、実施例4の有機EL素子によれば、狭い波長領域の光を得ることができる。

## 【0180】

以上の結果から、有機EL素子は、発光層5に上記式(11)～(13)の条件を満たす補助ドーパントD2が添加されることにより発光特性を向上することが明らかとなった。また、補助ドーパントD2と発光ドーパントD1との組み合わせ等により有機EL素子の発光特性が変化することが明らかとなった。

【産業上の利用可能性】

## 【0181】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、各種光源または表示装置等に有効に利用できる。

【図面の簡単な説明】

## 【0182】

【図1】第1の実施の形態に係る有機EL素子の一例を示す模式的断面図である。

【図2】第1の実施の形態に係る有機EL素子のホール輸送層、発光層およびホール阻止層の最低空分子軌道(LUMO)および最高被占有分子分子軌道(HOMO)のエネルギー準位と、電子およびホールの移動過程との一例を示す模式図である。

【図3】第2の実施の形態に係る有機EL素子の一例を示す模式的断面図である。

【図4】第1の実施の形態に係る有機EL素子を用いた有機EL表示装置の一例を示す模式的平面図である。

【図5】図4の有機EL表示装置のA-A線断面図である。

【図6】実施例1～3および比較例1の発光特性を示すグラフである。

【図7】実施例4および比較例2の発光特性を示すグラフである。

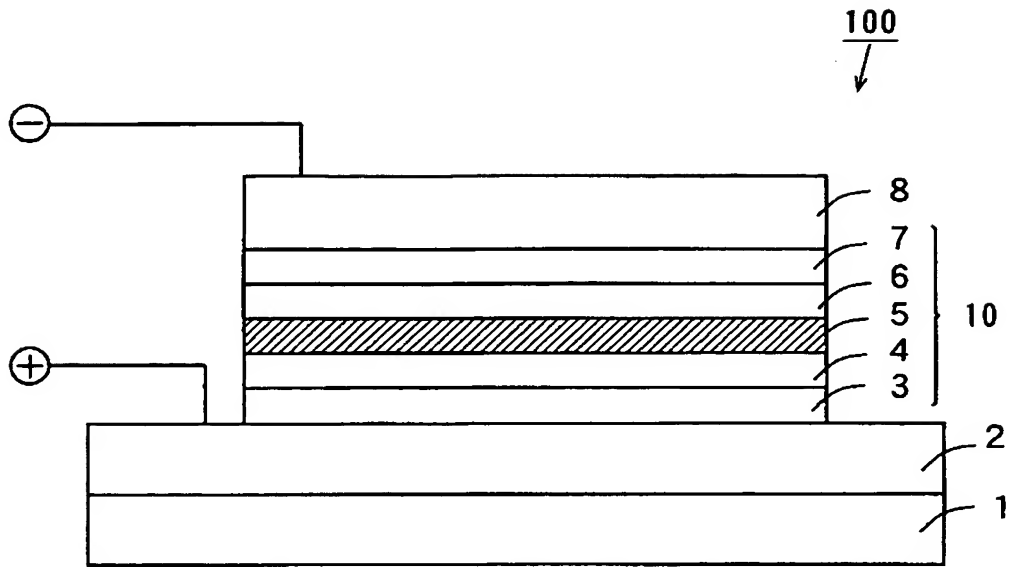


## 【符号の説明】

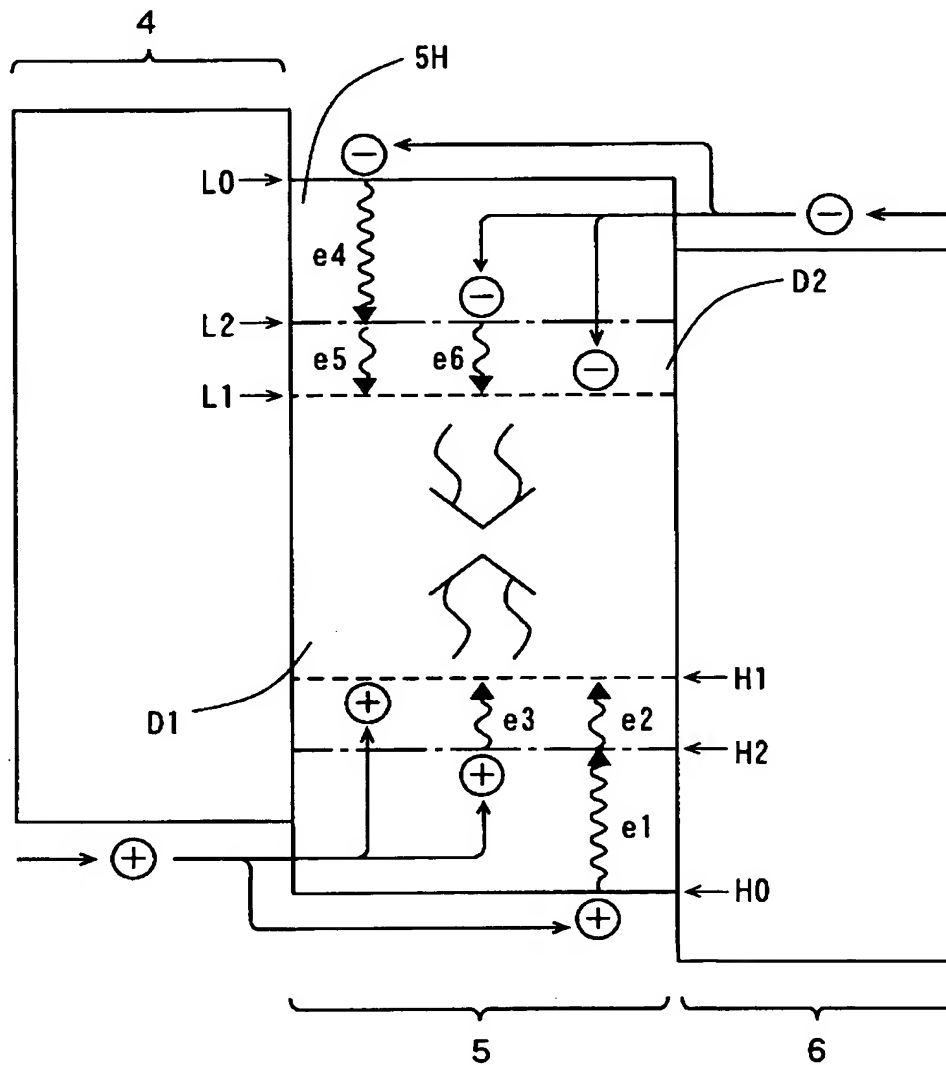
## 【 0 1 8 3 】

- 1 基板
- 2 ホール注入電極
- 3 ホール注入層
- 4 ホール輸送層
- 5 発光層
- 6 ホール阻止層
- 7 電子注入層
- 8 電子注入電極
- 1 0 0 有機エレクトロルミネッセンス素子
- 5 H ホスト材料
- D 1 発光ドーパント
- D 2 補助ドーパント

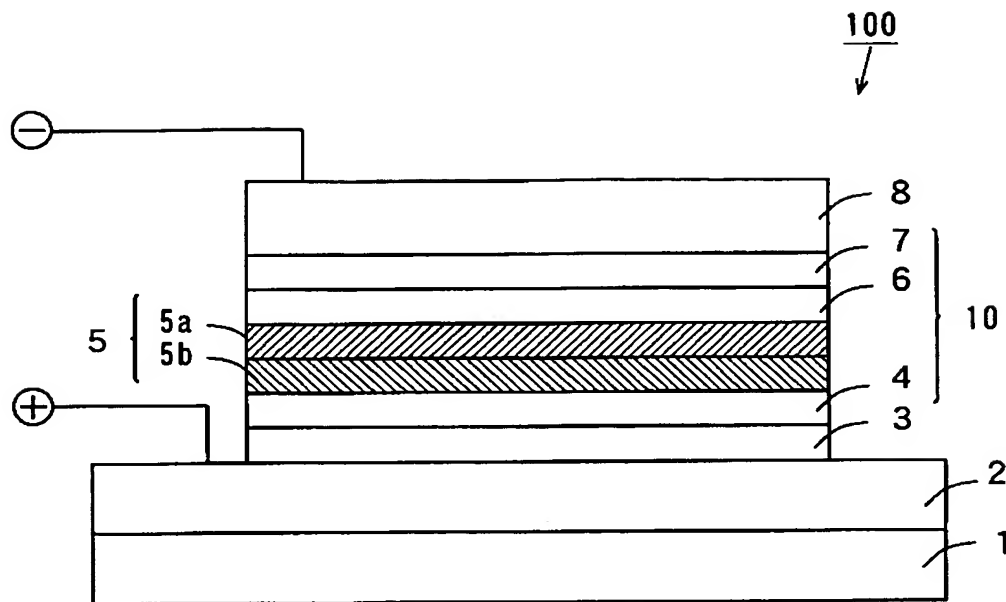
【書類名】図面  
【図 1】



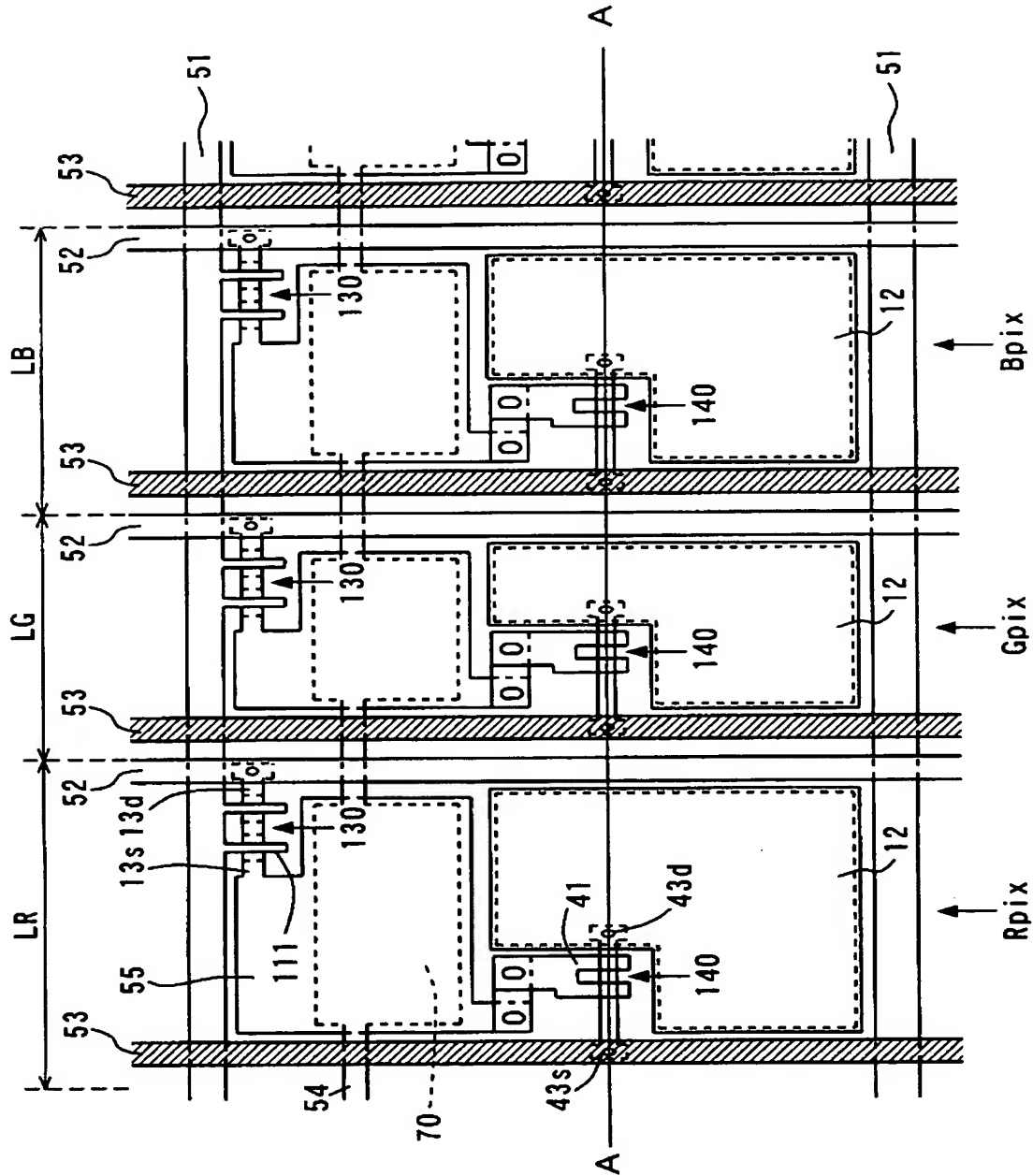
【図 2】



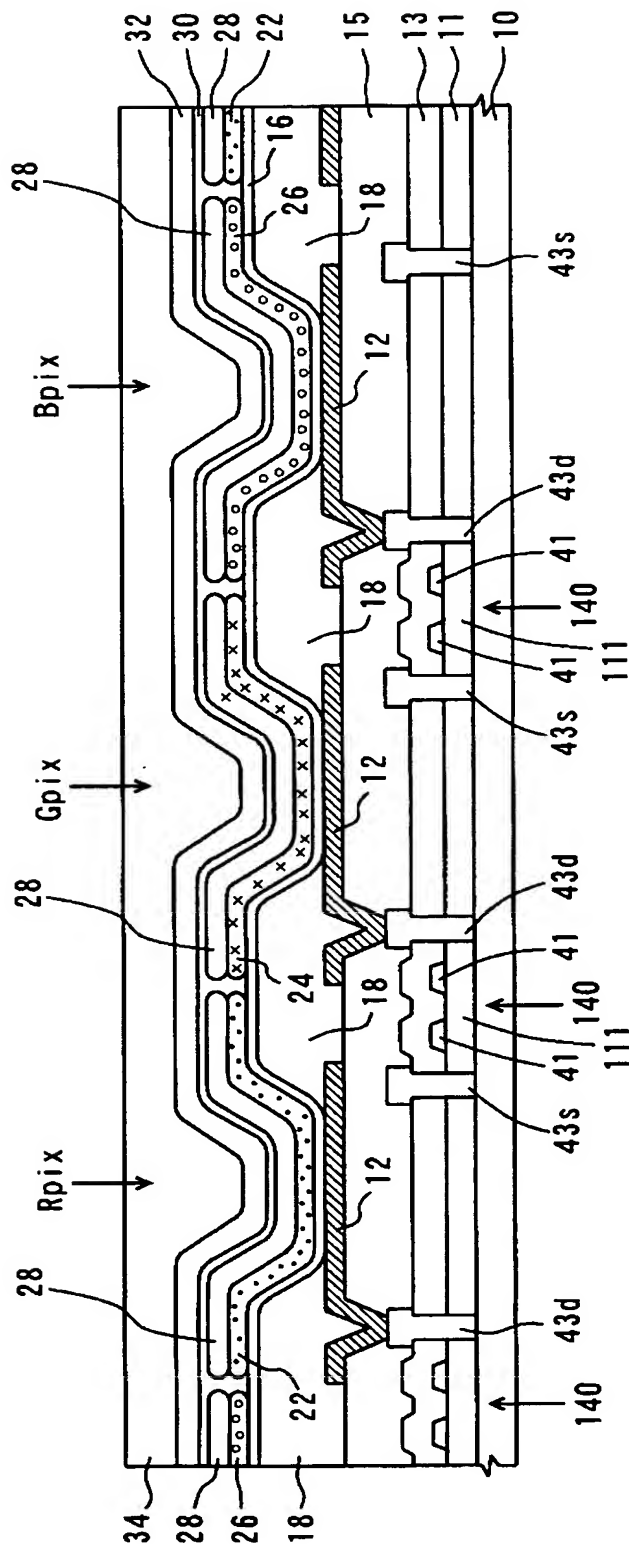
【図 3】



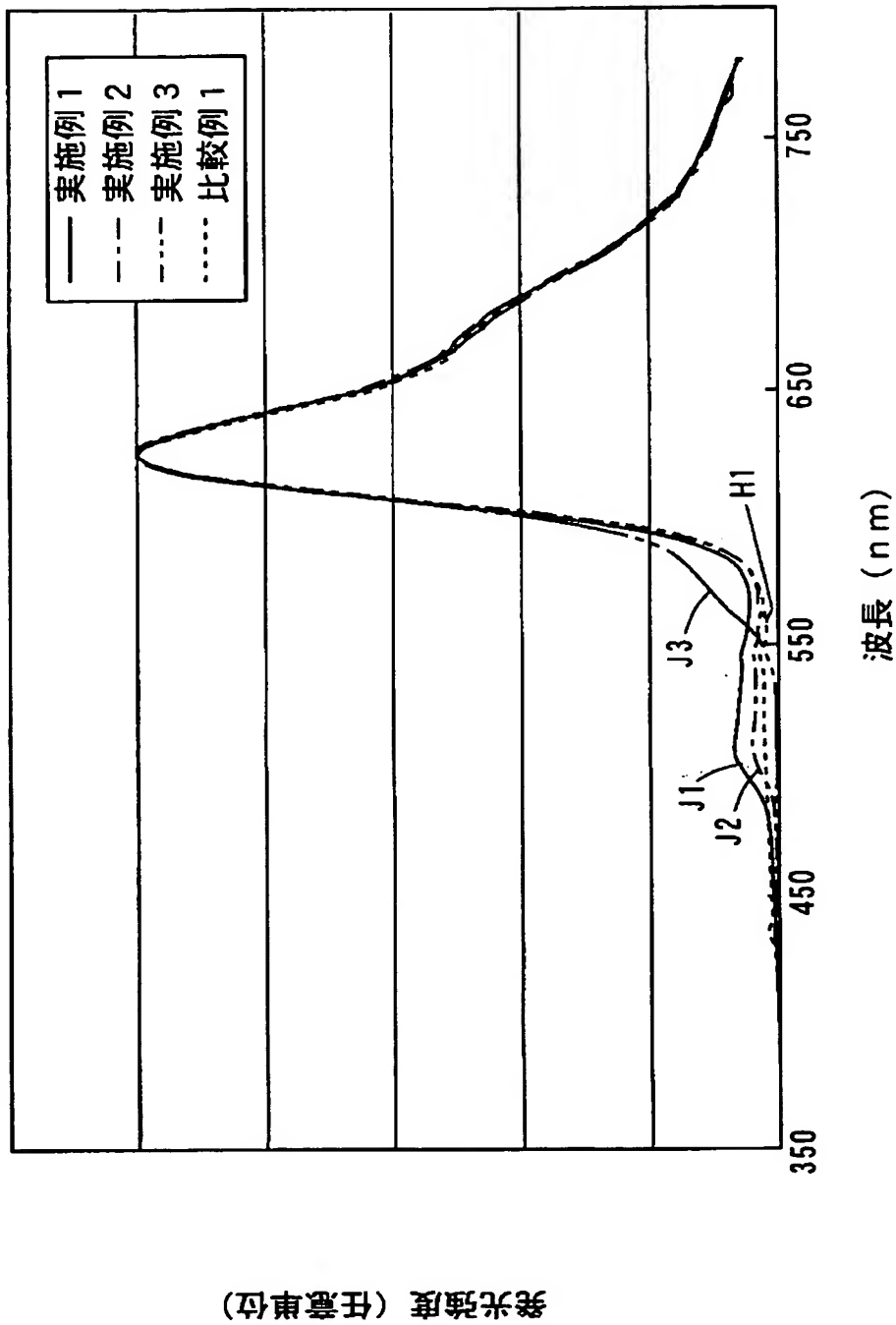
【図 4】



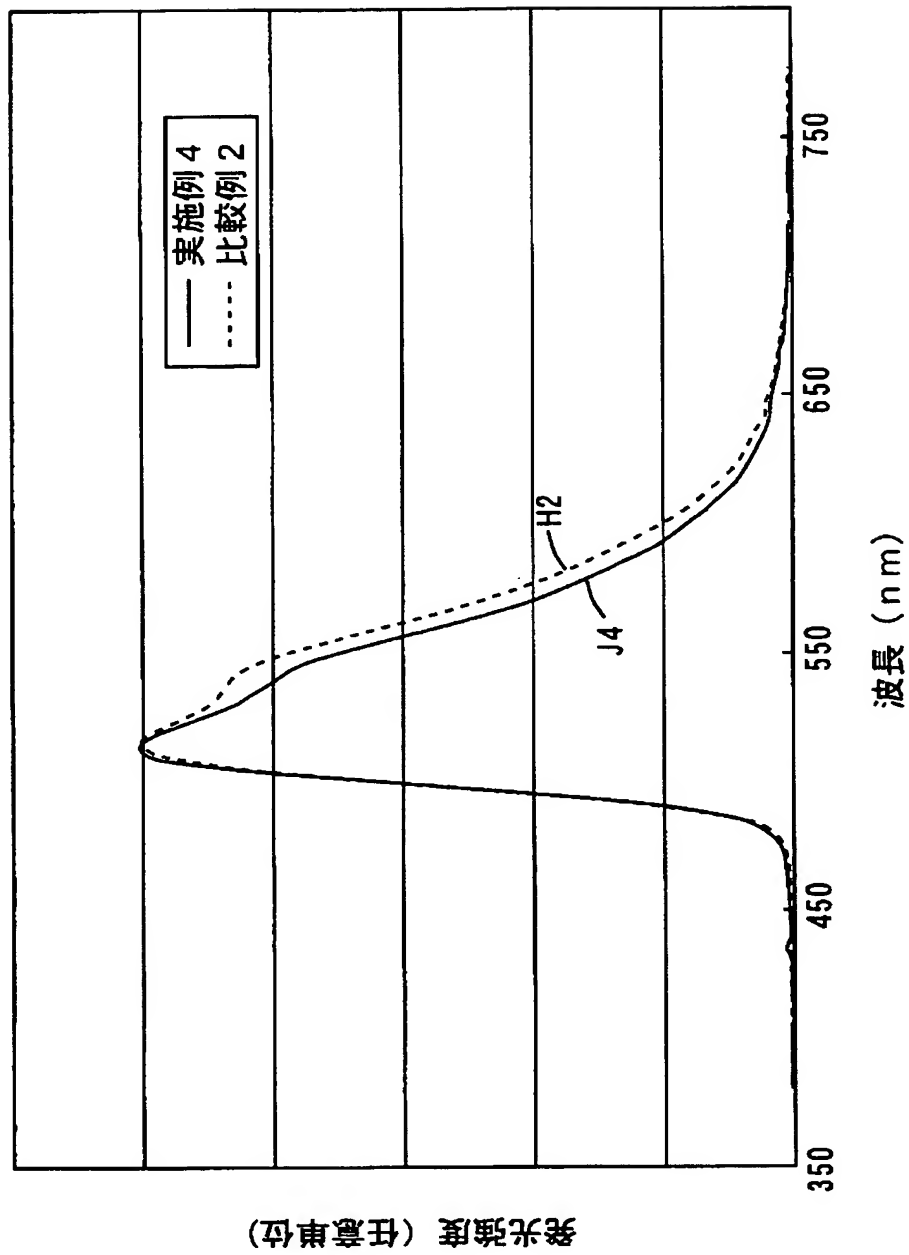
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光色によらず十分な発光効率を得ることが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 有機EL素子100は、基板1上にホール注入電極2（陽極）、有機化合物層10および電子注入電極8（陰極）が順に積層された積層構造を有する。有機化合物層10は、ホール注入層3、ホール輸送層4、発光層5、ホール阻止層6および電子注入層7からなる。発光層5は、有機材料からなるホスト材料、発光ドーパントおよび補助ドーパントを含む。発光ドーパントおよび補助ドーパントは三重項励起エネルギーを発光に変換する有機材料からなる。補助ドーパントにより励起エネルギーの移動が補助され、キャリア輸送が補助される。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 4 - 0 9 0 6 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 8 8 9 ]

1. 変更年月日	1 9 9 3 年 1 0 月 2 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
氏 名	三洋電機株式会社